

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор БУТЫРИН ПАВЕЛ АНФИМОВИЧ

**Секция теоретических основ электротехники,
преобразовательной техники, электротехнических материалов**

Бутырин П.А., член-корр. РАН, председатель секции, **Козлов В.Н.**, доктор техн. наук, проф., **Коровкин Н.В.**, доктор техн. наук, проф., **Коротеев А.А.**, академик РАН, **Лагерьков А.Н.**, академик РАН, **Рашиди-Хаери Ф.** (Швейцария), проф., **Розанов Ю.К.**, доктор техн. наук, проф., **Рывкин С.Е.**, доктор техн. наук, **Серебрянников С.В.**, доктор техн. наук, проф.

Научный редактор **Евсеев Б.Н.**

Секция электроэнергетики

Строев В.А., доктор техн. наук, проф., председатель секции, **Воропай Н.И.**, член-корр. РАН, **Коган Ф.Л.**, доктор техн. наук, **Кучеров Ю.Н.**, доктор техн. наук, **Новиков Н.Л.**, доктор техн. наук

Научный редактор **Кудинова Л.С.**

Секция техники высоких напряжений, электрических аппаратов, трансформаторов

Белкин Г.С., доктор техн. наук, **Корявин А.Р.**, доктор техн. наук, **Раков В.А.**, проф. (США), **Хомич В.Ю.**, академик РАН

Научный редактор **Кудинова Л.С.**

Секция электрических машин

Беспалов В.Я., доктор техн. наук, проф., председатель секции, **Ковалев К.Л.**, доктор техн. наук, проф., **Шакарян Ю.Г.**, доктор техн. наук, проф.

Научный редактор **Евсеев Б.Н.**

Секция электропривода и автоматизации технологических процессов

Красовский А.Б., доктор техн. наук, проф., председатель секции, **Баке Е.**, проф. (Германия), **Демидович В.Б.**, доктор техн. наук, проф., **Поляхов Н.Д.**, доктор техн. наук, проф.

Научный редактор **Евсеев Б.Н.**

Заместитель главного редактора **Б.Н. Евсеев**

Ответственный секретарь **Л.С. Кудинова**

Литературный редактор **Т.П. Александрова**

Младший редактор **Н.В. Чечунова**

Компьютерная верстка **Н.Н. Мерзляков**

Перевод на английский язык **В.И. Филатов**

Почтовый адрес редакции: 111250 Москва, Красноказарменная ул., 14,
«НИУ «МЭИ», редакция журнала «Электричество»

Адрес редакции: Москва, «НИУ «МЭИ», каф. ТОЭ, первый этаж, ком. 3-111

Телефон, факс (495) 362-7485

E-mail: etr1880@mail.ru; etr1880@mpei.ru

<http://etr1880mpei.ru>

Полные тексты статей в формате pdf размещены на сайте

Научной электронной библиотеки (НЭБ): www.elibrary.ru

Выход в свет 25.09.2017. Формат 60×84 $\frac{1}{8}$. Тираж 260 экз.
Бумага офсетная № 2. Печать офсетная. Печ. л. 9,25. Заказ . Цена свободная

Свидетельство о регистрации № 0110272 от 8 февраля 1993 г.
Министерства печати и информации Российской Федерации

Издатель: «НИУ «МЭИ»
Отпечатано в типографии МЭИ.

Theoretical and scientific-practical journal

ELECTRICHESTVO

(ELECTRICITY)

ESTABLISHED IN JULY 1880

№ 9, 2017

FOUNDERS

Russian Academy of Sciences
(the Division of Power Engineering, Mashinary Construction,
Mechanical and Control Processes)
Russian Scientific-Technical Society of Power Engineers
and Electrical Engineers

THE EDITORIAL BOARD OF THE JOURNAL ELEKTRICHESTVO

**Editor-in-Chief Pavel A. Butyrin, Corresponding Member
of the Russian Academy of Sciences, Moscow Power Engineering Institute (MPEI)**

Section for Theoretical Principles of Electrical Engineering, Converter Systems, and Electrical Materials

P.A. Butyrin (Moscow), Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, MPEI, Section Chairman; **V.N. Kozlov** (St. Petersburg), Dr. Sci. (Eng.), Professor, St. Petersburg State Polytechnic University; **N.V. Korovkin** (St. Petersburg), Dr. Sci. (Eng.), Professor, St. Petersburg State Polytechnic University; **A.A. Koroteyev** (Moscow), Academician of the Russian Academy of Sciences, Moscow Aviation Institute; **A.N. Lagar'kov** (Moscow), Academician of the Russian Academy of Sciences, Institute of Theoretical and Applied Electrodynamics; **F. Rachidi-Haeri** (Lausanne), Professor, Federal Polytechnic Institute in Lausanne (Switzerland); **Yu. K. Rozanov** (Moscow), Dr. Sci. (Eng.), Professor, MPEI; **S.Ye. Ryvkin** (Moscow), Dr. Sci. (Eng.), Institute of Control Problems, Russian Academy of Sciences; **S.V. Serebryannikov** (Moscow), Dr. Sci. (Eng.), Professor, MPEI.

Scientific Editor **B.N. Yevseyev**

Section for Electric Power Engineering

V.A. Stroev (Moscow), Dr. Sci. (Eng.), Professor, MPEI, Section Chairman; **N.I. Voropai** (Irkutsk), Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Institute of Energy Systems, Siberian Division, Russian Academy of Sciences; **F.L. Kogan** (Moscow), Dr. Sci. (Eng.); **Yu.N. Kucherov** (Moscow), Dr. Sci. (Eng.), OJSC "System Operator of the Unified Energy System"; **N.L. Novikov** (Moscow), Dr. Sci. (Eng.), OJSC "Scientific and Technical Centre of the Federal Grid Company of the Unified Energy System".

Scientific Editor **L.S. Kudinova**

Section for High-Voltage Engineering, Electrical Apparatuses, and Transformers

G.S. Belkin (Moscow), Dr. Sci. (Eng.), All-Russian Institute of Electrical Engineering; **A.R. Koryavin** (Moscow), Dr. Sci. (Eng.), All-Russian Institute of Electrical Engineering; **V.A. Rakov**, Professor and Co-Director of ICLRT University of Florida (USA); **V.Yu. Khomich** (Moscow), Academician of the Russian Academy of Sciences, Institute of Electrophysics and Electric Power Engineering, Russian Academy of Sciences.

Scientific Editor **L.S. Kudinova**

Section of Electrical Machines

V.Ya. Besspalov (Moscow), Dr. Sci. (Eng.), Professor, MPEI, Section Chairman; **K.L. Kovalev** (Moscow), Dr. Sci. (Eng.), Professor, Moscow Aviation Institute; **Yu.G. Shakaryan** (Moscow), Dr. Sci. (Eng.), Professor, OJSC "Scientific and Technical Centre of the Federal Grid Company of the Unified Energy System".

Scientific Editor **B.N. Yevseyev**

Section of Electric Drives and Automation of Technological Processes

A.B. Krasovskii (Moscow), Dr. Sci. (Eng.), Professor, Moscow State Technical University, Section Chairman; **E. Baake** (Hannover), Professor Dr.-Eng., Leibniz University of Hannover (Germany); **V.B. Demidovich** (St. Petersburg), Dr. Sci. (Eng.), Professor, St. Petersburg University of Electrical Engineering; **N.D. Polyakhov** (St. Petersburg), Dr. Sci. (Eng.), Professor, St. Petersburg University of Electrical Engineering.

Scientific Editor **B.N. Yevseyev**

Deputy Editor-in-Chief **B.N. Yevseyev**

Executive Secretary **L.S. Kudinova**

Literature Editor **T.P. Aleksandrova**

Junior Editor **N.V. Chechunova**

Computer-aided make-up **N.N. Merzlyakov**

Translator **V.I. Filatov**

Editorial office address: «NRU «Moscow Power Engineering Institute», room Z-111 (Department for Theoretical Principles of Electrical Engineering), Krasnokazarmennaya, 14, Moscow, 111250 Russia
tel/fax (495) 362-7485

E-mail: etr1880@mail.ru; etr1880@mpei.ru

<http://electro.elpub.ru/>

Full text articles in PDF format available on the website of the

Scientific Electronic Library: www.elibrary.ru

Publisher of the journal:

«NRU «Moscow Power Engineering Institute»

ИЗДАЕТСЯ С ИЮЛЯ 1880 ГОДА

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

9
СЕНТЯБРЬ
2017

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ И НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

УЧРЕДИТЕЛИ: РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК (Отделение энергетики, машиностроения, механики
и процессов управления),
РОССИЙСКОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО ЭНЕРГЕТИКОВ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКОВ

СОДЕРЖАНИЕ

Халютин С.П., Давидов А.О., Жмуров Б.В. Электрические и гибридные самолеты: перспективы создания	4
Оморов Т.Т. Оценка влияния несимметрии токов и напряжений на потери электроэнергии в распределительной сети с использованием АСКУЭ	17
Шарьгин М.В., Куликов А.Л. Обеспечение селективности релейной защиты в системах электропитания на основе байесовского метода проверки гипотез	24
Майоров А.В., Осинцев К.А., Шунтов А.В. О выборе тока однофазного замыкания на землю в сети с низкоомным резистивным заземлением нейтралей	34
Монахов А.Ф., Грачев Г.С. Тиристор, управляемый электромагнитным полем	42
Афанасьев А.А. Аналитическая модель магнитного поля в ярме магнитоэлектрического вентильного двигателя	47
Ларин В.С. Обобщение мировых тенденций развития трансформаторного оборудования (По итогам 46-й сессии СИГРЭ, 2016 г.).	56

СООБЩЕНИЯ

Григорьев А.В. Влияние параметров рабочего режима на вибрацию статора турбогенератора	65
---	----

ИЗ ИСТОРИИ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

Григорьев Н.Д. Александр Викторович Вульф (К 150-летию со дня рождения)	70
Памяти Юлия Марковича Элькинда (К 110-летию со дня рождения)	72

ХРОНИКА

Георгий Маркович Мустафа (К 75-летию со дня рождения)	73
---	----

CONTENTS

S.P. Khalyutin, A.O. Davidov, B.V. Zhmurov, Electric and Hybrid Aircraft Development Prospects	4
T.T. Omorov, To a Problem of Assessment of Influence of Asymmetry of Currents and Tension in Distributive Network on Losses of the Electric Power as a Part of ACSAE	17
M.V. Sharygin, A.L. Kulikov, Achieving Selectivity of Relay Protection in Power Supply Systems Using the Bayesian Likelihood Ratio Test.	24
A.V. Maiorov, K.A. Osintsev, A.V. Shuntov, About the Selection of a Single-Phase Short-Circuit Current on Earth in the Network with Low-Ohm Resistive Grounding of the Neutral.	34
A.F. Monakhov, G.S. Grachev, A Thyristor Controlled by Electromagnetic Field	42
A.A. Afanas'yev, A Field Analytical Model of Magnetic Field in the Yoke Zones of a Switched Permanent Magnet Motor.	47
V.S. Larin, Generalization of World Trends in the Development of Transformer Equipment (Following the Results of the 46th Session of CIGRE, 2016).	56

REPORTES

A.V. Grigor'yev, Influence of the Operating Parameters on the Vibration of the Stator of Turbogenerator.	65
--	----

FROM THE HISTORY OF ELECTRICAL ENGINEERING

N.D. Grigor'yev, Aleksandr Viktorovich Vul'f (to Mark the 150th Anniversary)	70
In memory Yulii Markovich El'kind (to Mark the 110th Anniversary)	72

CHRONICLE

Georgii Markovich Mustafa (to Mark the 75th Anniversary)	73
--	----